

Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje

Pienet pyöröpuiset sillat



Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje

Pienet pyöröpuiset sillat

Liikenneviraston ohjeita 36/2017

Kannen kuva: Niskakosken silta, Kuusamo; kuvaaja Joni Penttilä

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-252-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Tekniikka ja ympäristö -osasto

Vastaanottaja
Liikennevirasto, ELY-keskukset, sillantarkastajat

Säädösperusta
-

Korvaa/muuttaa
-

Kohdistuvuus
Liikennevirasto

Voimassa
1.9.2017 alkaen

Asiasanat
Sillat, puusillat, tarkastus, kuormitus, ohjeet

Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje

Liikenneviraston ohjeita 36/2017

Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohjetta käytetään tarkastettaessa kokonaan pyöröpuusta rakennettuja siltoja tai siltoja, joissa on pyöröpuisia maa- tai välitukia.

Puusillan laajennetun yleistarkastuksen ohje täydentää Liikenneviraston Taitorakenteiden tarkastusohjetta LO 17/2013 sekä siltojen yleistarkastuksissa käytettävää Sillantarkastuskäsikirjaa LO 26/2013.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Silta-asiantuntija

Markku Äijälä

*Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella
Sähköisen allekirjoituksen merkintä on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA
Markku Äijälä
Liikennevirasto
puh. 0295 34 3627

Esipuhe

Siltojen kantavuusselvitysten yhteydessä 1.10.2013 voimaan tulleen uuden ajoneuvoasetuksen vaikutuksia tutkittaessa on käynyt ilmi, että kokonaan pyöröpuusta rakennettujen siltojen tai muiden siltojen pyöröpuisten maa- ja välitukien todellinen kunto ei selviä yleistarkastuksissa. Ongelmana on puun lahoaminen salakavalasti sisältäpäin, jolloin silmäämääräisessä tarkastuksessa ei välttämättä havaita alkavaa tai pidemmällekin edennyttä lahoa, vaan puu näyttää ulospäin terveeltä.

Kantavuusselvitysten ja koekuormitusten yhteydessä tehtiin kymmenille eri puolilla Suomea sijaitseville jatkuville puupalkkisilloille lahovauriotutkimuksia pääasiassa kasvukairalla. Todettiin, että Sillantarkastuskäsikirjan ohjeen mukainen puun kasvukairatutkimukseen ei kaikissa tapauksissa paljasta sillan todellista kuntoa. Menetelmä on lisäksi hidas ja hankala, joten tutkimuksissa päädyttiin kokeilemaan mikroporaa.

Mikroporalla saatujen hyvien tulosten johdosta päädyttiin laatimaan perusteellinen ohje pyöröpuisten rakenteiden kunnon selvittämiseen laajennettuna yleistarkastuksena. Ohje täydentää puusiltojen osalta Liikenneviraston ohjeita: Sillantarkastuskäsikirjaa LO 26/2013 /1/ ja Taitorakenteiden tarkastusohjetta LO 17/2013 /2/.

Ohjeen ovat laatineet dipl.ins. Kari Kuusela ja ins. Olavi Kummala Ponvia Oy:stä. Työryhmään ovat kuuluneet Sami Noponen, Olli Pyykönen, Marja-Kaarina Söderqvist ja Markku Äijälä Liikenneviraston taitorakenneyksiköstä.

Helsingissä elokuussa 2017

Liikennevirasto

Tekniikka ja ympäristö -osasto/Taitorakenneyksikkö

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	6
1.1	Ohjeen soveltamisalue	6
1.2	Liittyvä ohjeistus	6
1.3	Yleisohjeistus tarkastukseen.....	6
1.4	Tarkastajan pätevyysvaatimukset.....	7
1.5	Työturvallisuus	7
2	PUUSILLAN TARKASTUS RAKENNUSOSITTAIN	8
2.1	Yleistä	8
2.2	Sillan taustapenkereet, luiskat, keilat ja tiekaiteet.....	8
2.3	Päätyrakenteiden tarkastus.....	8
2.4	Välitukien tarkastus	10
2.5	Päällysrakenteen tarkastus	11
2.6	Varusteiden tarkastus.....	11
2.7	Valokuvaus.....	12
3	MITTAUKSET JA LAHOTUTKIMUKSET	13
3.1	Poikkileikkausmittaukset.....	13
3.2	Lahotutkimukset.....	13
3.2.1	Yleistä mittausvälineistä	13
3.2.2	Tutkimukset siltapaikalla	14
3.3	Laadunvarmistus	15
4	PUUSILLAN LAAJENNETUN YLEISTARKASTUKSEN RAPORTOINTI	16
4.1	Yleis- ja kuntotietojen raportointi	16
4.2	Mittaus- ja tarkastusraportti	16
	KIRJALLISUUSLUETTELO.....	17
	LIITTEET	
Liite 1	Koekuormitus	
Liite 2	Mikroporan toimintaperiaate ja käyttö	

1 Yleistä

1.1 Ohjeen soveltamisalue

Tämä ohje on laadittu pyöreästä puutavarasta tehtyjen puurakenteisten siltojen laajennetun yleistarkastuksen ohjeeksi. Tyypillinen siltakohde on pienen puron tai joen ylittävä puusilta. Yleisin siltatyyppe on puinen, jatkuva palkkisilta, jonka jännemittalualue on noin 5 + 6 + 5 m. Silta on perustettu puupaaluille, jotka ulottuvat päällysrakenteen alapintaan saakka. Päällysrakenteen kannatinpalkkeina toimivat kahdesta tai kolmesta päällekkäin pulttatuista pyöreästä puusta kootut pääkannattajat, joiden vaakapinta on sahattu. Kansirakenteena on syrjälankku- tai liimapuukansi. Päällysrakenteena voi toimia myös ns. hybridirakenne jossa yhden tai useamman jänteen kantavana rakenteena on teräspalkisto ja alusrakenteet ovat tehty pyöröpuusta.

1.2 Liittyvä ohjeistus

Liikennevirasto ohjeistaa sillan tarkastustoimintaa laajasti. Seuraavassa on lueteltu ohjejulkaisut, jotka on otettava huomioon myös puusiltojen tarkastuksen yhteydessä.

- Sillantarkastuskäsikirja, Liikenneviraston ohjeita 26/2013 /1/,
- Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikenneviraston ohjeita 17/2013 /2/,
- Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 9/2014 /3/,
- Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 1/2010 /4/,
- Liikenne tietyömaalla, Liikenneviraston ohjeita 3/2015 /5/,
- Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohje /6/.

1.3 Yleisohjeistus tarkastukseen

Tutkittavasta sillasta laaditaan tarkastussuunnitelma, joka hyväksytetään tilaajalla ennen työhön ryhtymistä. Tarkastussuunnitelmaan tulee sisältyä myös kirjallinen turvallisuussuunnitelma.

Puusillan laajennettu yleistarkastus tehdään pääosin silmämääräisenä tarkastuksena. Sillasta otetaan näytteitä tämän ohjeen ohjeistuksen mukaisesti. Sillan tarkastuksessa on usein hyödyllinen apu pienlautasta, jonka päälle voi rakentaa tarkastustelineen. Tarkastukset pyritään tekemään matalan veden aikana, jolloin ainakin välituen herkimmin lahoava alue, vedenpinnan vaihtelualue, on tutkittavissa. Tarkastustulokset viedään Taitorakennerekisteriin.

Tarkastuksessa havaituista kiireellisistä kantavuuteen ja liikenneturvallisuuteen vaikuttavista vaurioista on ilmoitettava tilaajalle välittömästi. Tällaisia vaurioita ovat mm.

- paalun murtuminen tai selvä painuminen
- niskapuun murtuminen
- vaarallinen kallistuminen tai siirtyminen pois paalulinjalta.
- pääkannattimen murtuma
- lahoirtoama
- päällekkäisten puiden pakan hajoaminen
- maanpaineseinäpuiden pettäminen
- kansilankutuksen murtuminen
- Kaiteen murtuma
- Nopeasti etenevät eroosioauriot

Tarkastuksesta laaditaan erillinen raportti mittaustuloksineen. Raportti ja tarkastuksen tulokset valokuvineen tallennetaan Taitorakennerekisteriin.

1.4 Tarkastajan pätevyysvaatimukset

Puusillan laajennettuja yleistarkastuksia tekevän henkilön tulee täyttää Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimukset /4/ kohdan 3.2 mukaiset vaatimukset. Kaikilta tarkastuksessa maastotöitä tekeviltä vaaditaan lisäksi Liikenneviraston Tieturva 1-koulutuksen hyväksytty suorittaminen. Pää tarkastajalta ja liikennejärjestelyiden suunnittelijalta vaaditaan Tieturva 2-koulutus.

Tutkimusvälineitä, esim. mikropora-lahomittauslaitetta, käyttävän henkilön tulee olla perehtynyt välineen käyttöön ja sen antamien tulosten tulkintaan.

1.5 Työturvallisuus

Tiellä ja tiealueella työskentely luokitellaan työturvallisuuslainsäädännössä vaaralliseksi työksi. Samoin on työskentely vesialueella, ja myös putoamisonnettomuusvaara sisältyy tarkastustyöhön. Edelleen liukastumis- ja kaatumisonnettomuudet ovat mahdollisia riskitekijöitä.

Tarkastuksen tekijän tulee tehtäviä suorittaessaan käyttää CE-merkittyä, standardin SFS-EN471 suojausluokan 2 mukaista varoitusvaatetusta. Liikenteen osalta tarkastuksen turvallisuudessa noudatetaan ohjetta Liikenne tietyömaalla /5/ ja työturvallisuudessa soveltuvien osin Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohjetta /6/.

Tarkastajan tulee laatia toteutettavasta tarkastustyöstä kirjallinen turvallisuussuunnitelma. Turvallisuussuunnitelma perustuu tilaajan riskiarvioinnin pohjalta laatimaan turvallisuusasiakirjaan. Tarkastuksen minimimiehitys on päätarkastaja + avustava henkilö.

2 Puusillan tarkastus rakennusosittain

2.1 Yleistä

Puusillan tarkastus ja vaurioiden raportointi tehdään Taitorakennerekisterin mukaisella jaottelulla.

2.2 Sillan taustapenkereet, luiskat, keilat ja tiekaiteet

Tarkastettavia asioita ovat:

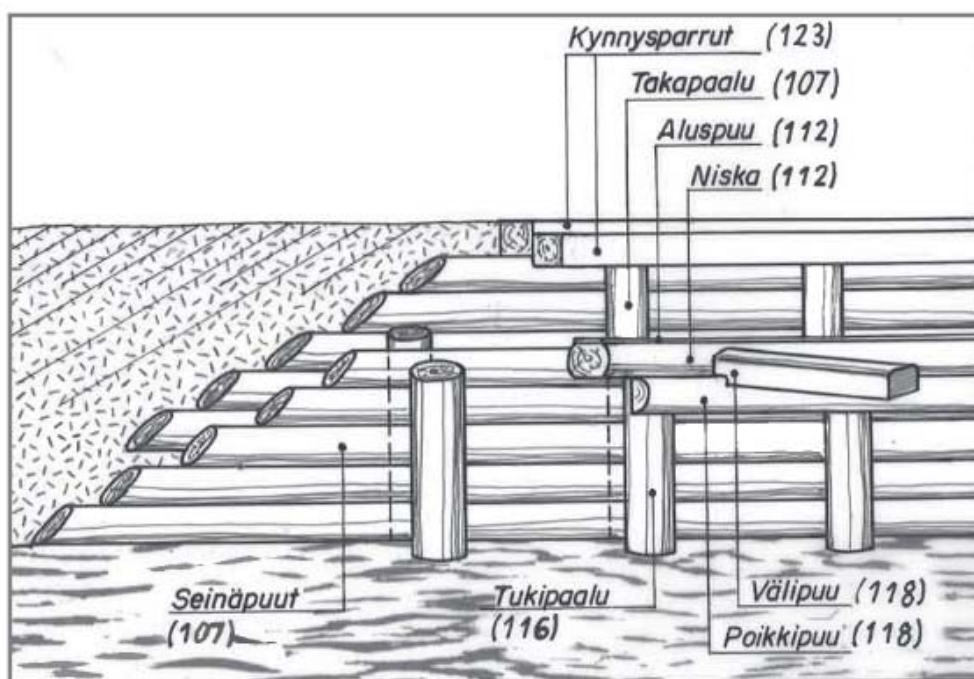
- onko yleisilme siisti ja maisemallisen arvon mukainen,
- onko taustapenkereen ja sillan liitoskohdassa painaumia,
- onko keiloissa, penkereissä ja uomassa eroosiovaurioita,
- onko keiloissa ja luiskissa haitallista kasvillisuutta,
- ovatko verhoukset saumauksineen kunnossa,
- estävätkö penkereen muotoilu ja vedenohjauslaitteet veden lammikoitumisen ja ohjautumisen sillalle,
- ovatko penkereen päällysteet kunnossa,

2.3 Päätyrakenteiden tarkastus

Tarkastettavia asioita puurakenteisen päätyrakenteen osalta: (osien nimeäminen Kuvan 1 mukaan)

- kynnysparrun kunto ja sijainti
- maanpaineseinärakenne
 - maanpaineseinärakenne muodostuu takapaaluista ja taaemmasta seinäpuiden tasosta, takapaalut tukeutuvat yläpäästään kansipalkkeihin. Maanpainetta kehittyy myös aukonpuolen seinäpuutasolle, joka tukeutuu tukipaalujen ja niskan kautta kansipalkkeihin.
 - tukeeko maanpaineseinä taustapengertä
 - takapaalujen kunto sillan sivulta ja niskan yli palkkivälistä (jäykistestikon läpi)
 - takapaalujen lahoaminen siirtää maanpainetta tukipaaluille, mikä on riski sillan kantavuuden kannalta
 - seinäpuiden kunto ja sijainti, mahdolliset raot ja pengermateriaalivuodot
 - lahoamisen etenemisen tarkkailu seinäpuun päästä silmämääräisesti
 - maanpaineseinärakenteen pettämisen ja siirtymän arviointi esim. niskapuun kallistumasta ja siirtymästä paalun päässä

- tukipaalut
 - tukipaalujen kunto
 - tukipaalujen sijainti niskapuun alla linjassa
 - yksittäisen tukipaalun painuminen
 - onko silta kallistunut tuen kohdalla (useampi paalu painunut)
 - ovatko koko tukilinjan paalut painuneet (päällysrakenteen linjakkuus sivulta katsottuna)
- niskapuun
 - niskapuun kunto
 - niskapuun kiertymä pituusakselinsa suhteen
 - niskapuun sijainti paalujen yläpäässä
 - niskapuun taipumat (katso tukipaalujen painumat)
 - niskapuun kontakti paaluun
 - niska- ja aluspuun kontakti pääkannattimiin
- aluspuu
 - aluspuun kunto
 - aluspuun sijainti niskapuun suhteen
 - kontakti pääkannattimiin
 - aluspuun jatkuvuus (mahdollisesti tehty useammasta osasta)
- välipuun (joissakin silloissa on käytetty välipuuta tukien keskinäiseen tukemiseen)
 - tukisauvojen kunto
 - sauvan päiden kiinnitys tukeen

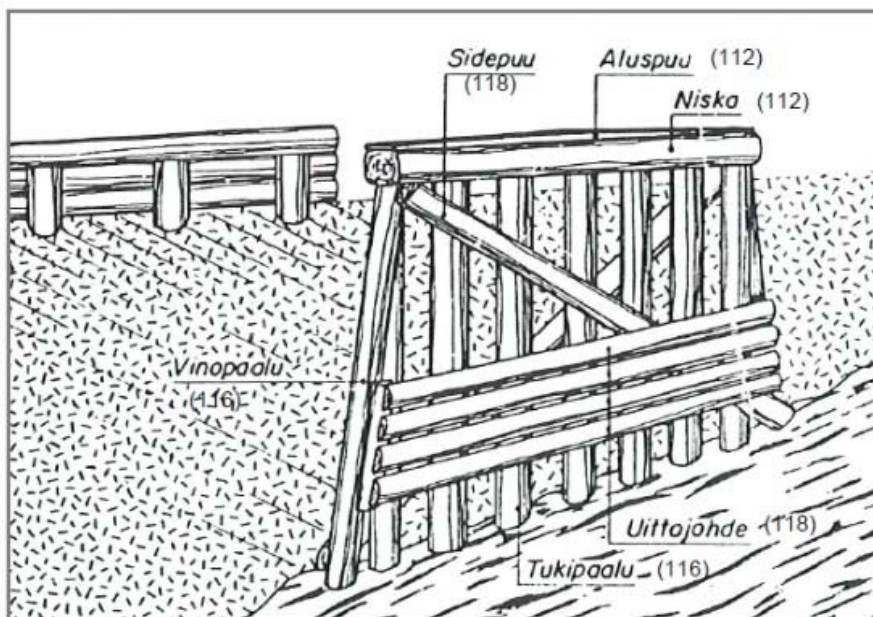


Kuva 1. Puurakenteisen maatuen osat. (Sillantarkastuskäsikirja LIITE2 kuva 3)

2.4 Välitukien tarkastus

Tarkastettavat asiat puurakenteisen välituen osalta ovat: (osien nimeäminen Kuvan 2 mukaan)

- tukipaalut
 - tukipaalujen kunto (lahoaminen, murtumiset jne.)
 - tukipaalujen sijainti niskapuun alla linjassa
 - vinopaalun murtumiset ja mahdolliset jään aiheuttamat vauriot
 - paalujen pulttiliitosten kunto
 - yksittäisen tukipaalun painuminen
 - onko silta kallistunut tuen kohdalla (useampi paalu painunut)
 - ovatko koko tukilinjan paalut painuneet (päällysrakenteen linjakkuus sivulta katsottuna)
- niskapuun
 - niskapuun kunto
 - niskapuun kiertymä pituusakselinsa suhteen
 - niskapuun sijainti paalujen yläpäässä
 - niskapuun taipumat (katso tukipaalujen painumat)
 - niskapuun kontakti paaluun
 - niska- ja aluspuun kontakti pääkannattimiin
- aluspuu
 - aluspuun kunto
 - aluspuun sijainti niskapuun suhteen
 - kontakti pääkannattimiin
 - aluspuun jatkuvuus (mahdollisesti tehty useammasta osasta)
- sidepuu
 - sidepuun kunto
 - sidepuun kiinnitykset tukipaaluihin
 - sidepuun taipumat
- uittajohde (alkuperäinen tarkoitus uittojen loppumisena poistunut)
 - kunto ja kiinnitykset



Kuva 2. Puurakenteisen välituen osat (Sillantarkastuskäsikirja LIITE2 kuva 5)

2.5 Päällysrakenteen tarkastus

Tarkastettavat asiat puurakenteisen päällysrakenteen osalta:

- kansilankutus
 - kannen tyyppi: syrjälankkukansi, liimapuukansi, joku muu
 - kannen mahdollinen päällystäminen; materiaali ja kunto
 - kansilankutuksen kuluminen ja lahoviat
 - liitos päädyn kynnyspuihin
 - kannelle kertynyt sora ja muu lika
 - oksakohtien ylösnousu ja mahdolliset pulttikantojen esiintulot
 - syrjälankkukannen rakoilu
 - kansilankkujen irtoamista
 - liimapuukannen saumaukset
 - kansilankutuksen kiinnitys pääkannattimiin (teräspalkkeihin myös sivusuunta)
 - kansilankutuksen kontakti pääkannattimiin
 - pulttikiinnitysten löystyminen ja pulttikantojen nousu kansitason yläpuolelle
 - puukannen päällä mahdollisesti olevien teräslevyjen kiinnitys ja kunto
- pääkannattimet (puiset)
 - kannattimien kunto (lahoaminen, murtumiset jne.)
 - useammasta puusta koostuvan kannattimen pysyminen muodossa (siirtymät, kallistumat)
 - kannatinpuita sitovien pulttikiinnitysten kunto ja kireys
 - kannatinpuiden jatkoskohtien kunto ja mahdollinen liikkuminen
 - pääkannattimia tukevien poikkiristikoiden ja -palkkien kunto ja kiinnitykset
 - pääkannattimien kontaktit tuella alus-, niskapuihin tai laakereihin
 - pääkannattimen kontakti kansilankutukseen (raot liikkumisen tai lahon johdosta)
- kiinnityspultit ja teräsosat
 - kiinnityspulttien kireys (löystyminen tai painuminen puun sisään)
 - kiinnitysosien (pultit, mutterit ja aluslevyt) ruostumisaste
 - onko ainevahvuus pienentynyt
 - onko lehtiruostetta
 - kiinnityspulttien ja naulausten esiin työntyminen kannella

2.6 Varusteiden tarkastus

- Kaiteet
 - onko teräksinen H2-kaide (tiheä)
 - kaidekiinnityspulttien kireys ja kiinnitysteräsosat kunnossa
 - onko kaidekiinnitys terveessä puussa
 - onko kaiteessa törmäysvaurioita
 - onko pengerkaitteen pituus ohjeiden mukainen

2.7 Valokuvaus

Valokuvia otetaan Sillantarkastuskäsikirjan ohjeiden lisäksi vähintään seuraavasti:

- yleiskuvat
 - tielinjaa pitkin inventointisuuntaan ja vastakkaiseen suuntaan
 - lähikuva kansilankutuksen kunnosta (paljastuu myös tyyppi lankut/liimapuu)
 - sillan sivukuvat molemmilta puolilta
 - tukien kuvat tielinjan pituussuuntaan (tarvittaessa hieman vinosta suunnasta)
 - tukien kuvat sivulta (näkyvissä tuen kallistumat ja niskapuun kiertyminen)
- kaikki vauriot ja puutteet

3 Mittaukset ja lahotutkimukset

3.1 Poikkileikkausmittaukset

Sillasta mitataan seuraavat mitat, jotka esitetään tarkemittauskartassa

- päämitat
 - jännemitat molemmista reunoista
 - kannen leveys ja pituus
 - sillan hyödyllinen leveys
 - etäisyys vedenpinnasta pääkannatinpalkin alapintaan
 - kansilankutuksen (liimapuukannen) paksuus ja käytetty lankkupoikkileikkaus
- paalut
 - paalujen keskinäiset välit tukilinjalla liitoksessa niskapuuhun
 - paalujen halkaisijat yläpäässä leikkaamattomasta kohdasta
- niskapuu ja aluspuu
 - puun leveys ja korkeus päissä ja keskellä
- pääkannatinpuut:
 - alimpien parrujen leveys ja jako vähintään kahdesta jännevälistä (yksi-aukkoisessa sillassa sen ainoasta jänteestä)
 - pääkannatinpuiden kokonaiskorkeuden vaihtelu kaikista jänneväleistä
 - mitat kansilankutuksen reunoista reunimmaisten palkkien kylkeen, yksi mitta/ sillan reuna
 - satulapuiden leveys ja korkeus ja pituus otantana 2 kpl/välituki

3.2 Lahotutkimukset

3.2.1 Yleistä mittausvälineistä

Silmämääräisen tarkastelun pohjalta näkee puiden pinnassa olevaa lahoamista, jonka syvyyttä voidaan tarkentaa puukon ja taltan avulla. Lahovikoja puusta voidaan etsiä myös vasaralla koputtelemalla.

Puun sisäisiä lahovaurioita ja kyllästysaineen tunkeutumista voidaan selvittää kasvukairanäytteiden avulla. Muita lahontutkimisessa mahdollisesti käytettäviä laitteita on esitetty seuraavassa. Niitä on tutkittu tarkemmin raportissa Lahontutkimusmenetelmien vertailu /7/.

Mikroporan avulla voidaan puurakenteen ominaisuuksia tutkia jo kohteessa pintaa syvemmältä. Rakenteen näytteen poraamisen yhteydessä mitataan porausvastusta ja poran etenemisnopeutta, jonka perusteella puun ominaisuuksia voidaan arvioida. Laitteeseen on saatavilla myös ohjelmistoja, jotka analysoivat mm. puun lahoamista poran antamasta vastuksesta. Tuloksia on saatavissa graafisina kuvina.

Laitteen käyttäjän tulee olla hyvin perehtynyt laitteen ominaisuuksiin ja laitteen kalibrointiin puulajille ja kosteusolosuhteille. Mikroporan etuna on, että sillä saadaan nopeasti tuloksia ja käytettävä poranterä ($d=3$ mm) jättää puuhun vain pienen reiän. Mikroporaa tarkemmin liitteessä, Liite 2.

Saatavilla on myös ääniaaltoihin (mm. PURL- ja PICUS-ultraäänimittausmenetelmät) perustuvia mittalaitteita. Puusiltojen välituet ovat yleensä kosteissa olosuhteissa, joiden tutkimiseen ultraäänimittaukseen perustuvat laitteet eivät sovellu.

3.2.2 Tutkimukset siltapaikalla

3.2.2.1 Visuaaliset tutkimukset

Rakenteista tutkitaan näkyvää lahoamista silmämääräisesti. Lahon etenemissyvyyttä voidaan selvittää puun pinnasta puukon ja taltan avulla. Vasaralla koputtelemalla voidaan löytää puun sisällä olevia mahdollisia lahovaurioita, joihin voidaan kohdistaa tarkempaa tutkimusta muilla välineillä.

Visuaalisessa tarkastelussa kiinnitetään huomiota myös sillan toimintaan tutkimus-
hetkellä siltapaikan ylittävän liikenteen (etenkin raskaamman liikenteen) rasituksessa. Esiin tulevat havainnot poikkeavasta toiminnasta, (katso Liite 1), kirjataan raporttiin.

Poranäytteet

Tutkittava kohta merkitään näytteenottopiirustukseen.





Silminnähden lahoista kohdista ei suoriteta poraustutkimusta, mutta vauriokohdat kirjataan. Sillan tutkimusporaus tulee aloittaa aina uudella terällä. Kasvukairanäytteitä otetaan vähintään 2 kpl/kansi ja 2 kpl/tukipaalut. Kairauskohde valitaan varmentamaan mikroporan tulostamaa lahovauriota

Seuraavassa ohjeistus tutkimusohjelmaksi:

- tukipaalut päätytuella
 - mikroporanäyte otetaan maanrajasta joka paalusta
- tukipaalut (myös vinopaalut) välituella
 - mikroporanäyte vesirajasta joka paalusta
 - laholta vaikuttavasta paalusta mikroporanäyte myös noin 1 metri ylempää
- kannatinpalkit
 - tutkitaan mikroporaamalla jokaisen jännevälin joka toisen kannattimen ylin parru siten, että poraus kattaa myös parrun keskiosan
- niskapuu
 - kolme mikroporausta jokaisesta niskapuusta keskialueen paalujen vierestä
- seinäpuut ja takapaalut
 - 5 mikroporausta molempien maatukien satunnaisesti valituista puista
- kansilankutus
 - päällystettyjen siltojen kansilankutuksesta 5 mikroporausnäytettä kattavasti kannen alueelta
- sidepuut
 - sidepuihin tehdään 2 mikroporausta tukea kohti



Kuva 3. Mikroporauskohteet pääty- ja välituella

-  Välituen paalut
-  Maatuen tuki- ja takapaalut sekä seinäpuut
-  Niskapuut
-  Sidepuut

3.3 Laadunvarmistus

Lahotutkimuksen suorittajan tulee olla hyvin perehtynyt käytettävän lahotutkimuslaitteen toimintaan ja ominaisuuksiin.

Lahotutkimusvälineen tulee olla kalibroituna sopivilla asetuksilla siltapuiden lahotutkimuksiin. Mikroporissa jokaisen porauksen tuloksena jäävät tietokantaan tiedot poravastuksesta ja poran etenemisnopeudesta, joiden perusteella laitteisiin liittyvä ohjelmisto tulkitsee mahdollisen lahoaineksen. Ohjelmiston raja-arvot voidaan säätää vertailevilla laitteilla otettujen tulosten perusteella.

Lisäksi voidaan porata koekappaleeseen, jonka ominaisuudet tiedetään, ja verrata tutkittavan laitteen tulosten vastaavuutta ja tarvittaessa suorittaa hälytysrajojen siirtoja.

4 Puusillan laajennetun yleistarkastuksen raportointi

4.1 Yleis- ja kuntotietojen raportointi

Sillan yleis- ja kuntotiedot sekä vauriot inventoidaan viedään Sillantarkastuskäsikirjan /1/ mukaisesti. Vaurioiden ja kuntotietojen kirjaamisessa noudatetaan Sillantarkastuskäsikirjan sovellusohjetta 5.6.2017.

4.2 Mittaus- ja tarkastusraportti

Laajennetusta yleistarkastuksesta laaditaan tiivis raportti tehdyistä havainnoista ja mittaustuloksista. Raportti palvelee mahdollisesti jatkossa tehtäviä kantavuustarkasteluja, korjaussuunnittelua ja jatkotutkimustarpeita.

Raportin jäsentely tulee laatia rakenneosittain.

Malli raportin sisällysluettelosta:

- Sillan perustiedot
- tutkimusajankohta, olosuhteet ja tutkimuksen tekijät
- käytetyt tutkimusvälineet
- Yleishavainnot sillasta (painumat, kallistumat, kulumiset jne.)
 - o sillan toiminta liikennekuorman alaisena
- Päällysrakenne, pääkannattajat
 - o rakenne, havainnot, vauriot, yhteenveto kunnosta
- Päätyrakenne
 - o rakenne, havainnot ja vauriot, yhteenveto kunnosta
- Välituet
 - o rakenne, havainnot ja vauriot, yhteenveto kunnosta
- Kansirakenne ja päällyste(puukansi)
 - o rakenne, havainnot ja vauriot, yhteenveto kunnosta
- Kaiteet
 - o rakenne, havainnot ja vauriot, yhteenveto kunnosta
- Siltapaikka
 - o havainnot ja vauriot, yhteenveto kunnosta
- Yhteenveto sillan kunnosta
 - o Merkittävimmät vauriot ja puutteet
 - o Muut vauriot ja puutteet
- Toimenpide-ehdotus
 - o Kiireelliset eroteltuna
- Jatkotutkimustarpeet
- Turvallisuuteen vaikuttavat tekijät
- Vauriokohdat piirustuksena tai taulukoituna (sijainti yksilöitävissä)

Kirjallisuusluettelo

- /1/ Sillantarkastuskäsikirja, Liikenneviraston ohjeita 26/2013
- /2/ Taitorakenteiden tarkastusohje, Liikenneviraston ohjeita 17/2013
- /3/ Siltojen yleistarkastusten laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 9/2014
- /4/ Siltojen erikoistarkastusten laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 1/2010
- /5/ Liikenne tietyömaalla, Kunnossapitotyöt, Liikenneviraston ohjeita 3/2015
- /6/ Siltojen erikoistarkastusten työturvallisuusohje 29.9.2014, Liikennevirasto Dnro 3761/090/2014
- /7/ Lahotutkimusmenetelmien vertailu, Dimense Oy, 2014. (Julkaisematon)

Koekuormitus

Puusillan lisätutkimuksena voidaan harkita koekuormitusta. Sillan mahdolliset vauriot saattavat paljastua tarkasteltaessa sillan vastetta liikennekuormaan. Näistä koekuormituksista sovitaan aina erikseen tilaajan kanssa.

Erillisen kuorma-auton käyttö ja koekuormitukset mitta-antureineen on harkittava tapauskohtaisesti. Mahdolliset videotallenteet sillan vaurioitumiseen viittaavista kohdista ovat hyvä dokumentointikeino.

Tarkastelua voi kohdistaa seuraavasti:

- paalut
 - paalun silmin havaittava liike pystysuunnassa liikennekuorman ylittäessä siltaa. Voi johtua paalun lahoamisesta, katkeamisesta tai paalun 'ylösnoususta'
- pääkannattimet
 - seurataan pääkannattimien epätavallista liikettä, lahoamisen seurauksena kannatin voi taipua viereisiin kannattimiin nähden eri tavalla
 - pääkannattimien kontakti kansilaattaan ja niska- aluspuuhun; paljastuuko ilmaväli kontaktipitoihin
- niskapuu
 - niskapuun huomiota herättävä taipuilu esim. jonkin paalun kohdalla
- kansilankutus
 - kansilankkujen mahdolliset irtoamiset
 - kansilankutuksen ja kynnyspuun yhteistoiminta sillan päässä
 - kiinnityspulttien ylösnousut
 - mahdollisen kulutuslankutuksen ja -teräslevytyksen toiminta
- seinäpuut
 - seinäpuiden liikkeet
 - pengermateriaalin vuoto seinäpuiden raoista

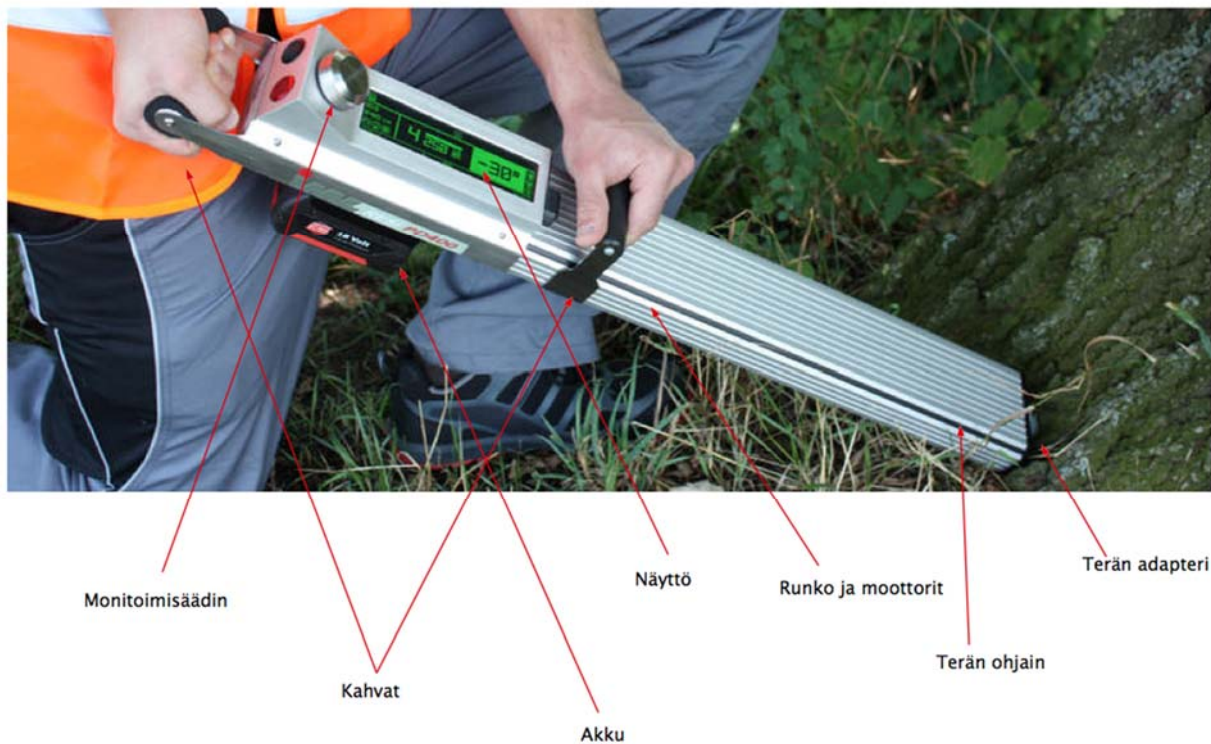
Mikroporan toimintaperiaate ja käyttö

Tässä ohjeessa kuvataan puumateriaalin lahoasteen ja kovuuden analysoinnissa käytettävän mittalaitteen, mikroporan, rakenteen ja käytön pääperiaatteita.

Mikroporan sovellusalueita ovat:

- Puiden hoito ja tarkastus puistoissa, maantien varsilla ja metsissä
- Pylväiden kunto (esim. lyhtypylväät, sähkölinjat)
- Puusta valmistettujen leikkivälineiden kunnon tarkastus, lain edellyttämällä tavalla
- Puurakenteiden kunnon tarkastus taloissa ja silloissa rakenteiden heikkojen kohtien löytämiseksi ja turvallisuusriskien minimoimiseksi.

Mikroporan rakenne on esitetty kuvassa 1. Yleensä poria on saatavilla eripituisilla terillä, 200–1000 mm välillä. Kaikkien terien halkaisija on 3 mm. Mikroporan käsittelyyn ei ole olemassa suositeltavaa työasentoa. Kuvassa on esitetty yksi mahdollisuus. Poraa on käsiteltävä mahdollisimman vakaasti ja otettava huomioon, että koska pora etenee puuhun, se vaatii vastavoiman eli sitä on työnnettävä mitattavaa kohtaa vasten.



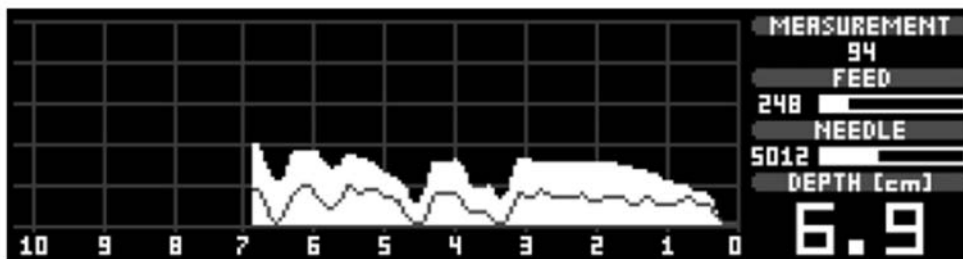
Kuva 1. Mikroporan käyttöesimerkki.

Pora toimii siten, että siinä olevista kahdesta moottorista yksi pyörittää terää (pyöritys-moottori) ja toinen työntää terää puuhun (etenemismoottori). Kärjessä oleva jousitettu osa (adapteri) huolehtii siitä, että poran kärkiosa pysyy kiinni puussa, kunhan poraa painetaan puuta vasten riittävällä voimalla. Molemmissa moottoreissa on mittausjärjestelmät eli pora pysyy mittaamaan sekä terän pyörimisvastusta että etenemisvastusta.

Pääsääntöisesti mittaustulos saadaan pyörimisvastuksesta ja lisämodulina ostettavaa etenemisvastusmittausta voidaan käyttää myös lahoanalyysiin. Kun porataan vinosti maan alle, poraan on saatavissa adapteri kulmaporausta varten. Poraan on saatavilla myös kallistusanturi, jolla poran asento voidaan rekisteröidä. Poran kalibrointi ja huolto on suositeltavaa tehdä 1000 porauksen tai 1 vuoden välein, sen mukaan kumpi tulee ensin.

Poralle on valittavissa useampia etenemisnopeuksia. Nopeudet ovat esim. 25, 50, 100, 150 ja 200 cm/min. Myös pyörimisnopeus on valittavissa. Valittavat nopeudet ovat esim. 1500, 2000, 2500, 3500 ja 5000 kierr./min. Pora pyrkii pitämään valitun etenemis- ja pyörimisnopeuden vakiona ja pora mittaa näihin tarvittavia tehoja, joista saadaan mittauskäyrät.

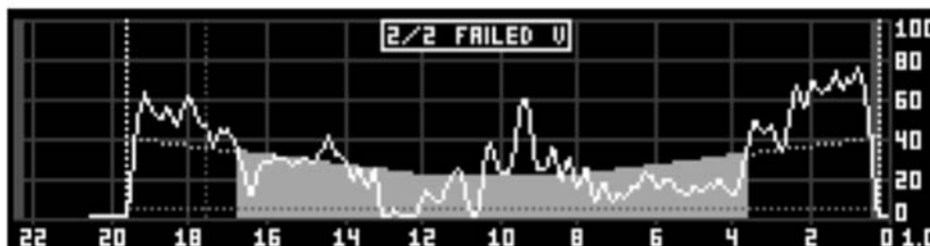
Pora käynnistyy ja poran näyttöön tulee kuvan 2 mukainen käyrä. Kuvassa porauskäyrä (pyöritystehon mittausta) on esitetty kirkkaana, täytettynä alueena ja etenemiskäyrä (etenemistehon mittausta) on esitetty tummana käyränä. Kuvissa aina etenemiskäyrä on tummempi käyrä. Kuvan oikeassa reunassa on esitetty mittauksen numero, todellinen etenemisnopeus ja etenismoottorin teho (kuormitus), todellinen pyörimisnopeus ja pyöritysmoottorin teho (kuormitus) sekä poraussyvyys senttimetreinä.



Kuva 2. Mikroporan mittauskäyrät.

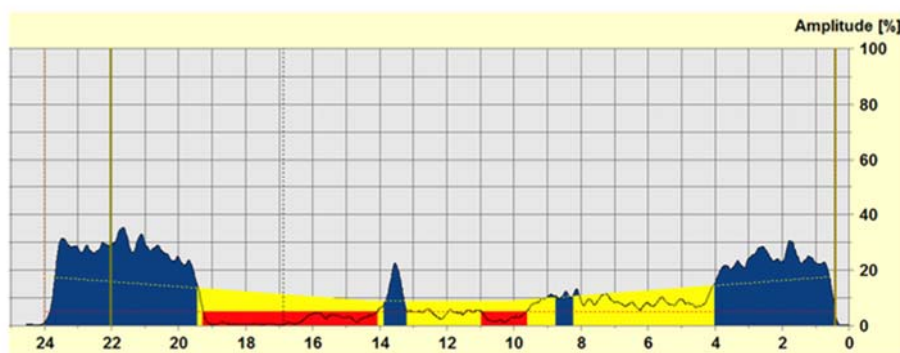
Porausta aloitettaessa kannattaa tehdä referenssimittaus eli koeporaus. Tarkoituksena on testata sekä mitattavan puun paksuutta eli porauksen syvyyttä sekä myös arvioida visuaalisesti käyrän muotoa ja mahdollisesti muuttaa poraus- ja etenemisnopeuksia. Referenssimittaus suositellaan tehtäväksi 1 m korkeudelta ja niin tarkasti kuin mahdollista 90 asteen kulmassa mitattavaan puuhun nähden. Referenssimittaus loppuu automaattisesti, kun terä on edennyt 5 cm yli puun toisen puolen.

Kuvassa 3 on esitetty ohjelman analyysi poratusta puusta. Laho ja onkalot on esitetty värillisenä (poran näyttö on musta-vihreä). Näytössä on myös näkyvillä porauksen alku- ja loppukohtat vaaleina katkoviivoina. Porauksen loppukohta voidaan asettaa käsin tai käyttää automaattimittausta. Tuloksesta on kuitenkin tarkistettava, että puun ulkopuolista tilaa eli mittausta ilmatilassa ei tulkita tyhjäksi tilaksi eli onkaloksi.



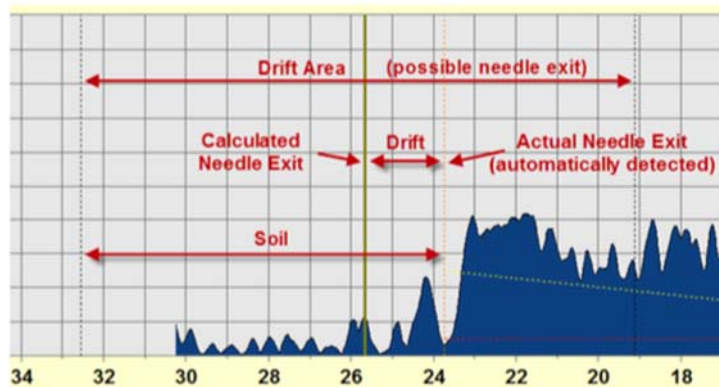
Kuva 3. Analyysiohjelman tulos poratusta puusta.

Kuvassa 4 on esitetty tietokoneella näkyvä analyysiohjelman tulos porausnäytteestä, jossa on näkyvillä alkavaa lahoa (keltainen osa) ja pitkälle edennyt laho/onkalo (punainen osa). Alkavan lahon tulkinnassa ohjelma ottaa huomioon puun absoluuttisen kovuuden sekä poran kulumisen. Mittaus on siis suhteellinen saman porauksen eri osien välillä eli puun absoluuttisen kovuuden ja terän kunnon ei pitäisi vaikuttaa mittaustulokseen. Alkavaksi lahoksi tulkitun alueen leveyden pitää olla vähintään 0.75 cm ja mittauskohhta tulkitaan onkaloksi (tai pitkälle edenneeksi lahoksi), jos mittauskäyrä on 7 % alapuolella vähintään 1 cm pituuden verran.



Kuva 4. Analyysiohjelman tulos, jossa näkyy onkaloita (punaisella) ja alkavaa lahoa (keltaisella).

Mahdolliset erot lasketussa ja mitatussa porauksen loppukohdassa on huomioitava analyysissä (kuva 5), jotta vältetään tulkitsemasta virheellisesti porauksen loppukohta onkaloksi. Jos loppukohtaa ei saada mitattua, käytetään laskettua kohtaa.



Kuva 5. Mahdollisuudet poran ulostulopisteen määrittelyssä.

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-252-4
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus